TEMPERATURA MÍNIMA DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA: O CASO DA BACIA "B" DO NÚCLEO CUNHA – PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR , SP

Linda KUBOTA1
Andressa MACHADO2
Karina Fernandes MENDONÇA3
Cláudia Harumi YUHARA4
Emerson GALVANI5

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o microclima de uma bacia hidrográfica, relacionando-o com outras variáveis tal como topografia e cobertura vegetal. Para tanto, foi selecionada a bacia hidrográfica "B" do núcleo Cunha do Parque Estadual da Serra do Mar, no Estado de São Paulo.

O núcleo Cunha do Parque Estadual da Serra do Mar, administrado pelo Instituto Florestal, órgão da Secretaria Estadual do Meio Ambiente, localiza-se no Estado de São Paulo entre as coordenadas geográficas 23°16'28" a 23°16'10" de latitude Sul e 45°02'53" a 45°05'15" de longitude Oeste. Sua altitude varia entre 1000m e 1228m. Neste núcleo existe um programa de manejo de bacias hidrográficas estabelecido em conjunto com a JICA (Japan International Cooperation Agency), no qual são realizados monitoramentos das bacias "A", "B" e "D".

A bacia hidrográfica "B", selecionada para a pesquisa, está situada nas coordenadas geográficas 23°15'8" e 23°15'38" de latitude Sul e 45°1'41" e 45°2'" de longitude Oeste, possui 36,68 ha, com altitude que varia entre 1172 m a 1028 m. Segundo a hierarquia proposta por Strahler (1984) é uma bacia de drenagem de primeira ordem. O topo da microbacia é arredondado e apresenta vertentes com altas declividades. Em determinados pontos da microbacia ocorrem exposição de rochas. Em suas vertentes são observadas rupturas por movimentos de massa, freqüentemente da meia vertente até a base.

Visando o estudo desta bacia, foram instalados microrregistradores digitais com o objetivo de medir a temperatura do ar e umidade em 9 pontos selecionados, durante o período de 28 dias. Os dados coletados referem-se às temperaturas mínima, média e máxima do ar, e às umidades mínima, média e máxima.

Os procedimentos para a escolha de locais para a instalação dos microrregistradores de temperatura do ar e umidade foram estabelecidos de modo a contemplar a variedade dos controles climáticos como cobertura vegetal, altitude, declividade e orientação da vertente, (ARMANI, 2004). Dessa forma, foram instalados ao longo do curso d'água três postos, sendo um mais próximo da jusante, um no médio curso, e três na montante. Neste três locais, tanto o relevo, a altitude e o dossel da vegetação são diferentes. Com relação aos demais miniabrigos, três foram instalados nas vertentes à direita do curso d'água, e os outros três à esquerda, em diferentes altitudes.

1 Universidade de São Paulo, Aluna de Graduação, lindak@usp.br
2 Universidade de São Paulo, Aluna de Graduação, andressamd@yahoo.com.br
3 Universidade de São Paulo, Aluna de Graduação, kaferm@yahoo.com.br
4 Universidade de São Paulo, Aluna de Graduação, claudiayuh@yahoo.com.br
5 Universidade de São Paulo, Professor Doutor, egalvani@usp.br

Os microrregistradores registraram dados de hora em hora das variáveis temperatura e umidade do ar, relacionadas ao microclima entre as 0:00 hora do dia 07/10/04 a 23:00 horas do dia 03/11/04. Após sua retirada, os dados dos sensores foram descarregados no computador e sua tabela convertida para xls (extensão do software Excel), devido ao seu uso na confecção de tabelas e gráficos, entre outros utilitários.

Após a análise dos dados foi necessário o descarte dos pontos 7 e 9 devido a problemas operacionais dos sensores instalados nos abrigos desses pontos de coleta de dados.

Utilizamos o software Excel para a elaboração de tabelas e gráficos e o software ArcView 3.2 para a confecção de mapas.

A última etapa do trabalho consistiu na análise e interpretação de tabelas, gráficos e mapas para, finalmente, chegarmos a uma possível conclusão constatada na Bacia “B” no período considerado.

A temperatura mínima absoluta foi no período considerado foi de 3,13º, e ocorreu no dia 08/10/2004. O posto que apresentou as menores temperaturas, foi o de número 8, próximo à jusante e com orientação sudoeste.

Os resultados evidenciam a relação existente entre radiação solar incidente sobre a Terra e temperatura, as diferenças entre as temperaturas mínimas de acordo com a localização dos microrregistradores, a ocorrência de temperaturas mais amenas no fundo de vale e na vertente voltada para sul/sudoeste, a influência da cobertura vegetal nas temperaturas e o comportamento da temperatura mínima nos dias em que houve passagem de frente polar.

INTRODUÇÃO

A pesquisa em questão tem como objetivo a análise e interpretação de dados coletados, por meio de experimentos de campo e de pesquisa bibliográfica referentes à temperatura mínima – uma das variáveis relacionadas ao microclima e topoclima da bacia hidrográfica “B”, do Núcleo Cunha, do Parque Estadual da Serra do Mar, SP.

O Núcleo Cunha, do Parque Estadual da Serra do Mar, localiza-se no estado de São Paulo, no Planalto Atlântico, entre as coordenadas geográficas 23°16’28” e 23°16’10” de latitude Sul e 45°02’53” e 45°05’15” de longitude Oeste, com altitudes que variam entre 1000m até 1228m. Possui uma área aproximada de 2.854 ha, abrangendo uma parte do alto vale do Rio Paraibuna, pertencente ao Planalto do Paraitinga, no Planalto Atlântico (ARCOVA, 1996). O Núcleo em questão é administrado pelo Instituto Florestal, órgão da Secretaria Estadual do Meio Ambiente, e foi instituído em 1974 como área de preservação dos recursos naturais.

A região apresenta relevo montanhoso, com altas declividades, sustentado por rochas do período Pré-cambriano, destacando-se granitos, gnaisses, xistos e migmatitos. Os solos são, segundo BRASIL (1960) e FURIAN; PFEIFER (1986), do tipo Latossolos Vermelho-Amarelo Fase Rasa. Os horizontes A,B e C apresentam porosidade total de 44,4%, 41,7% e 46,7% respectivamente, (ARCOVA, 1996). Analisando-se as cartas topográficas e geológicas da área, observa-se que esse sub setor do Planalto do Paraitinga está encaixado e limitado à leste e a oeste por dois complexos sistemas de falhas transcorrentes, com direção estrutural ENE, quase paralelas entre si. A oeste/noroeste, a falha de natividade, um desdobramento da falha de Cubatão, coincide com as Serras alongadas do Campo, do Alto Grande e a do Alto do Diamante, cujas altitudes são superiores a 1.400m. Esse conjunto de serras forma o divisor de águas entre os Rios Paraitinga e Paraibuna. A leste/sudeste, os planos das falhas do Indaiá e a do Morro Alto coincidem com as escarpas da Serra do Mar e as do Indaiá. Os cimos destas Serras são nivelados por morrotes, cujos topos estão situados entre 1.100 a 1.260m de altitude, formando o divisor de águas entre a rede de drenagem do Paraibuna e aquela que corre para o litoral. A norte/nordeste, o sub-setor

Paraibuna limita-se com o Planalto da Bocaina e a sul/sudoeste com outros setores do Planalto Atlântico.

As nascentes do Rio Paraibuna localizam-se a sudeste da cidade de Cunha, em compartimentos mais interiorizados da Serra do Mar, um dos quais denominado Serra de Parati, em altitudes entre 1.300 a 1.600 m. O padrão de seu traçado reflete a presença de falhas e fraturas responsáveis pela ocorrência de cachoeiras, corredeiras e pela organização espacial de sua rede de drenagem.

Segundo mapa de Monteiro (1973), massas de ar equatorial e tropicais imprimem à área uma dinâmica climática caracterizada por um clima úmido, com fortes influências da altitude e dos efeitos orográficos da Serra do Mar. O clima da região é predominantemente úmido, com uma precipitação média anual acima de 2000 mm e é dividido em dois períodos: um período úmido (meses de outubro a março), e um período seco (meses de abril a setembro) (CICCO, 1985-a). Apresenta temperatura média anual de 17,8°C. No mês mais quente a media é de 20,6°C (fevereiro) e no mês mais frio 14,1°C (julho), (ARCOVA, 1996). A umidade relativa media mensal do ar está entre 84% no mês mais úmido (março) a 76% no mês mais seco (agosto), (SETZER, 1976).

Leitão Filho (1982), classifica a vegetação como Floresta Latifoliada Perenifólia – Mata Atlântica, a cobertura vegetal é formada por árvores de caules tortuosos, esbranquiçados e recobertos por musgos, componentes da floresta tropical de altitude (FURIAN; PFEIFER,1986).

A microbacia hidrográfica “B”, selecionada para o desenvolvimento da pesquida está situada entre coordenadas geográficas 23°15’8” e 23°15’38” de latitude Sul e 45°1’41” e 45°2’” de longitude Oeste. Possui 36,68 ha , e apresenta altitudes que variam de 1172 m a 1028 m, segundo a hierarquia proposta por Strahler (1984) é uma bacia de drenagem de primeira ordem. O topo da microbacia é arredondada e apresenta vertentes com altas declividades. Em determinados pontos da microbacia ocorrem exposição de rochas. Em suas vertentes são observadas rupturas por movimentos de massa, freqüentemente da meia vertente até a base.

Antes da implantação do Parque Estadual da Serra do Mar a área da microbacia B pertencia à Fazenda São Lourenço e uma boa parte dela foi desmatada e substituída por pastos. Somente nos topos de morros (divisores de água principais) e em alguns trechos do fundo de vale é que a mata foi preservada. Após a instalação do Parque, que se deu em 1974, a vegetação foi se regenerando naturalmente, e hoje toda área da bacia está coberta por diferentes graus de desenvolvimento da vegetação, decorrentes das diferenças nas características dos sítios (fundos de vale, vertentes, topos), da vegetação primária que não foi retirada, e de outros eventos que podem acelerar, estancar ou retardar o desenvolvimento das espécies vegetais, tais como a ocorrência de geadas em alguns locais (ARMANI, 2004).

O córrego da bacia B é orientado no sentido sudeste/noroeste. Nas vertentes à direita do córrego predominam a exposição oeste, seguida pela sudoeste, na margem esquerda, as vertentes têm uma orientação predominantemente para nordeste, seguido pela face norte.

Segundo Armani *op. cit.*, a vegetação na bacia B, não apresenta muitas variações, nos topos isolados há uma vegetação de altura média com dossel fechado, resultando num aspecto denso, a vegetação de porte mais baixo é de expressão relativamente restrita, estando normalmente próxima ao curso d’água principal.

Também segundo Armani *op. cit.*, de modo geral, em vertentes mais sombreadas (Sul, Sudeste e Sudoeste), que ficam principalmente à direita do córrego da Bacia B, predomina uma vegetação de árvores altas com copas relativamente espaçadas, resultando num aspecto pouco denso. Uma vegetação de porte médio com dossel pouco denso e com algumas emergentes ocupa o início, a partir do curso d’água, das vertentes à direita e à

esquerda do córrego, sendo que à direita ela não sobe muito em direção aos topos, enquanto que à esquerda (faces norte, nordeste) ela ocupa as vertentes quase até os topos.

A figura 1 apresenta a localização da área de estudo.

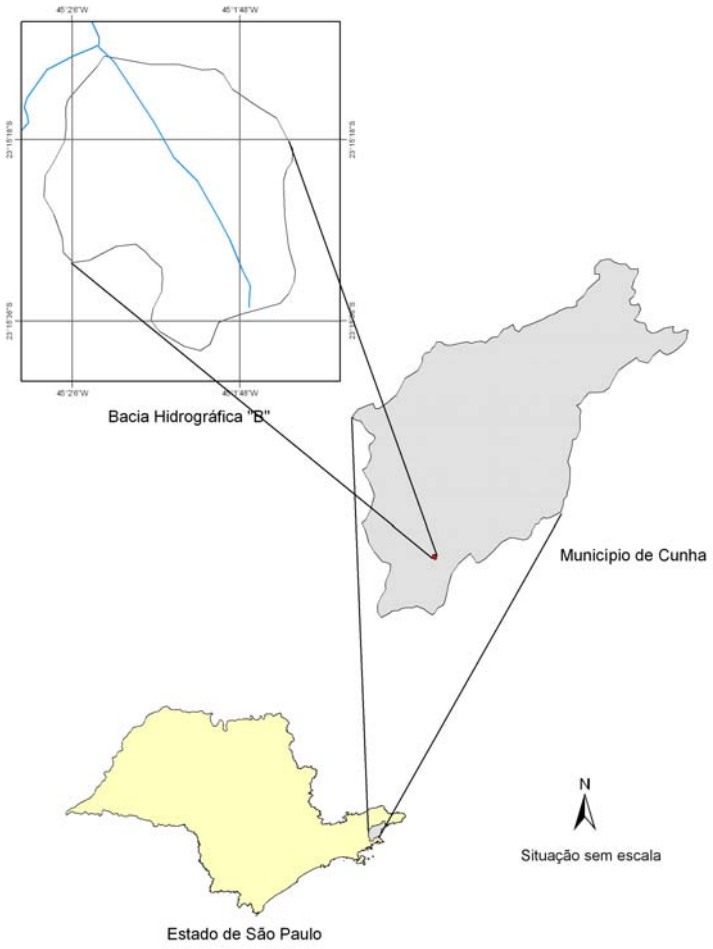

Figura 1: Localização da Área de Estudo

MÉTODOS E TÉCNICAS

A primeira etapa deste trabalho consistiu na coleta e ordenação de referências bibliográficas sobre a área de estudo e sobre temas referentes ao microclima de uma bacia hidrográfica.

Embora o Núcleo Cunha tenha sido razoavelmente estudado por ser uma unidade de conservação, o que estimula a pesquisa de sua área segundo preconiza a Lei Federal 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, são escassos os estudos sobre temas relacionados à microclimas de bacias hidrográficas.

Posteriormente a essa etapa, realizou-se uma pesquisa em campo para análise da área de estudo e também para a instalação de abrigos, contendo os sensores de medição e registro de dados de temperatura e umidade relativa do ar, em nove pontos selecionados na Micro-bacia Hidrográfica “B”.

Os procedimentos para a escolha de locais para a instalação dos minirregistradores de temperatura do ar e umidade foram estabelecidos de modo a contemplar a variedade dos controles climáticos como cobertura vegetal, altitude, declividade e orientação da vertente.

Dessa forma, foram instalados ao longo do curso d'água três postos, sendo um mais próximo da jusante, um no médio curso, e um na montante. Neste três locais, tanto o relevo, a altitude e o dossel da vegetação são diferentes.

Os outros seis miniabrigos foram divididos em dois grupos de três, um grupo instalado nas vertentes à direita do curso d'água, e o outro à esquerda. Foi instalado um miniabrigo no topo de cada vertente, próximo ao divisor de águas, descendo numa latitude de 1080 metros, foi instalado outro minibrigo, um em cada. Os dois postos restantes foram instalados nas vertentes direita e esquerda, próximo a montante do canal fluvial, a uma altitude aproximada de 1100 e 1110 metros. Todos os abrigos foram instalados a aproximadamente um metro do solo para a proteção contra animais que poderiam danificar o aparelho.

DESCRIÇÃO DOS POSTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA "B":

- O Posto 1 localiza-se entre as coordenadas UTM 7428351 e 496624 a uma altitude de 1.050m. Está situado a margem esquerda do canal, em uma declividade de 10º. Sua orientação é de fundo de vale. De acordo com ARMANI (2004) a vegetação desta área é composta por árvores de aproximadamente cinco metros de altura; o estrato herbáceo é bastante denso e composta principalmente por bambus e bromélias espalhadas pelo solo; o solo possui uma espessa camada de serrapilheira; o ambiente é caracterizado pela presença de muito musgos e líquens nos troncos das árvores.

- O Posto 2 encontra-se localizado entre as coordenadas UTM 7428093 e 496784 a uma altitude de 1.060m. Situa-se na margem esquerda do canal, em uma declividade de 0º. Sua orientação é de fundo de vale. Na área ao seu entorno encontra-se solo encharcado com grande quantidade de matéria orgânica em decomposição; possui árvores de grande porte, com cerca de 15 metros e bem espessas; o estrato herbáceo inferior é menos denso em relação ao Posto 1, mas há uma grande quantidade de brómelias (ARMANI, 2004).

- O Posto 3 localiza-se entre as coordenadas UTM 7427751 e 496882 a uma altitude de 1.07om. Nesse ponto está situada a nascente do rio. A orientação é de fundo de vale e a declividade é de 0º. Na área ao seu entorno encontra-se árvores são altas com mais de 10 metros de modo geral; o estrato inferior é bastante denso; grande quantidade de bromélias e palmitos Juçara; o solo é coberto por uma quantidade significativa de serrapilheira e raízes (ARMANI, 2004)..

- O Posto 4 encontra-se localizado entre as coordenadas UTM 7427784 e 497056, em uma altitude de 1.100m. Situa-se na margem direita do canal, em uma declividade de 32º. Sua orientação está voltada para SW. De acordo com ARMANI (2004), é o posto com ambiente microclimático mais aberto, com árvores de pequeno porte, cipós e palmitos, sendo as copas dispersas; o solo é coberto por uma serrapilheira composta principalmente por cipós.

- O Posto 5 localiza-se entre as coordenadas 7427758 e 496773, em uma altitude de 1.110m. Está situado na margem esquerda do canal, em uma declividade de 23º. Sua orientação está voltada para NE. Em seu entorno encontra-se uma vegetação composta principalmente por taquaras e árvores de grande porte, como as canelas e alguns cipós; o solo é aparentemente mais seco e recoberto por serrapilheira (ARMANI, 2004).

- O Posto 6 está localizado entre as coordenadas UTM 7428220 e 496542, em uma altitude de 1.080 m. Situa-se na margem esquerda do canal, em uma declividade de 19º, cuja orientação está voltada para NE. No seu entorno encontra-se uma vegetação bastante fechada, principalmente pelas taquaras; o estrato herbáceo não é significante; há algumas árvores de pequeno porte; o solo é recoberto por uma grande quantidade de serrapilheira (ARMANI, 2004).

- O Posto 7 está localizado entre as coordenas UTM 7427981 e 496387, em uma altitude de 1.160 m. Situa-se na margem esquerda do canal, em uma declividade de 10º, cuja orientação está voltada para NE. No seu entorno a vegetação é composta por árvores de médio porte; o estrato herbáceo é composto principalmente por cipós (ARMANI, 2004).

- O Posto 8 localiza-se entre as coordenadas UTM 7428373 e 496676, em uma altitude de 1.080 m. Está situado na margem direita do canal, em uma declividade de 23º, cuja orientação está voltada para SW. No seu entorno a vegetação é composta por árvores de médio porte, com dossel bem fechado; o solo apresenta grande quantidade de serrapilheira (ARMANI, 2004).

- O Posto 9 encontra-se localizado nas coordenadas UTM 7428452 e 496873, em uma altitude de 1.160 m. Situa-se na margem direita do canal, em uma de clividade de 0º, cuja orientação está voltada para SW. De acordo com ARMANI 92004) encontra-se no seu entorno uma vegetação composta por árvores de médio porte, porém diferentemente do posto 8 o estrato herbáceo é pouco denso; neste posto o fator altitude implica numa maior velocidade dos ventos (ARMANI, 2004).

Os miniabrigos na bacia hidrográfica estão localizados conforme a Figura 2.

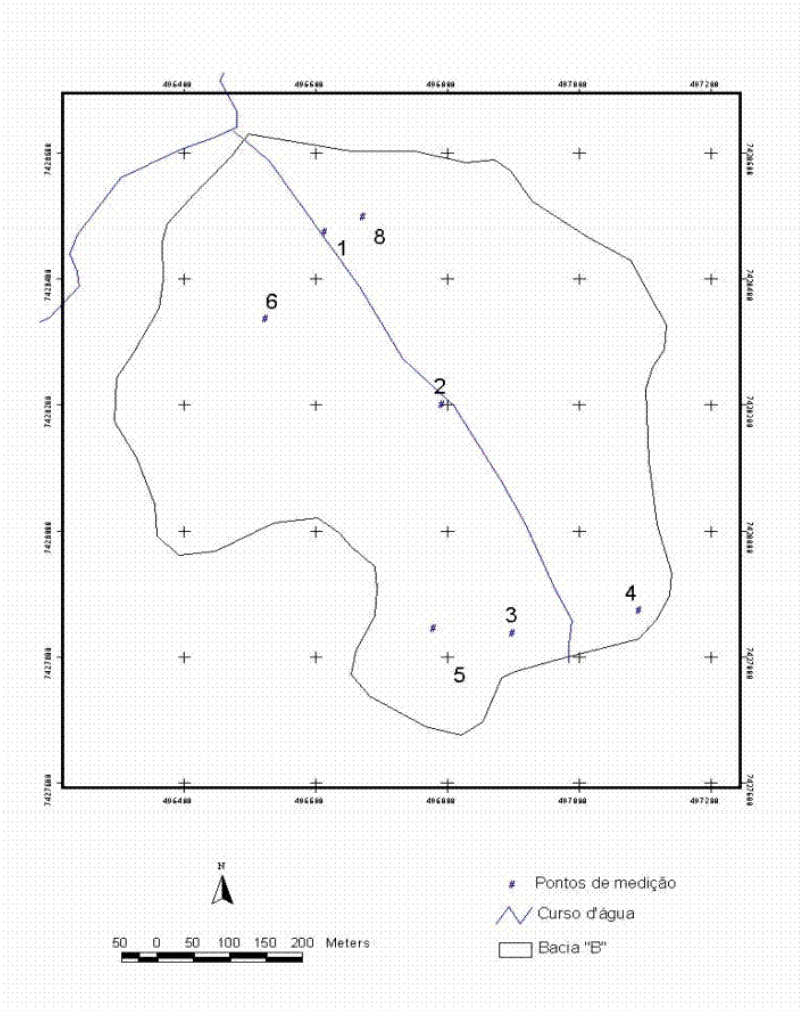

Figura 2: Localização dos Miniabrigos na Bacia Hidrográfica "B"

Visando minimizar possíveis interferências causadas pelo uso de abrigos inadequados que poderiam alterar o registro de dados coletados, utilizou-se Miniabrigos Meteorológicos, que foram elaborados para permitir uma boa ventilação natural para todos os lados, inclusive por baixo, devido a inexistência de ponto de eletricidade no local, mas não permite a entrada de chuva e de radiação solar direta, pois há uma área de superposição de "anéis", que bloqueia a entrada da radiação solar direta. Evidentemente, a radiação solar difusa entra no abrigo e interage com o sensor que está dentro dele.

Para a medição e registro da temperatura do ar utilizou-se microrregistradores digitais conhecidos como dataloggers. Este aparelho é composto basicamente por uma unidade de registro que fica dentro de uma caixa plástica de dimensões 4,5 X 4,5 X 1,5 cm. Há duas entradas nesta caixa, uma para a conexão de um cabo serial que conecta o registrador a um computador, e outra que pode ser conectado termopar (um sensor para temperatura). Há também na caixa do aparelho um botão para iniciar a operação do equipamento e uma pequena lâmpada (led) que indica a função que está sendo desempenhada pelo microrregistrador (aguardando o início dos registros, ou registrando).

O microrregistrador é programado no computador por um programa (boxcarpro) fornecido pelo fabricante. Nesta interface pode-se escolher os intervalos de registro, a data e horário de início das medidas, as unidades de medida (ºC ou ºF) e também, recuperar os dados registrados. Este microrregistrador é capaz de medir temperaturas no intervalo de –5°C a +37°C.

A precisão deste equipamento é de 0,01°C, mas a exatidão é de + 0,25 °C quando a temperatura está entre 0 e 20°C, e aumenta para + 0,30 ºC quando a temperatura ou está abaixo de 0ºC ou acima de 30 ºC. Entre 20 °C e 30 °C a exatidão diminui progressivamente entre + 0,25 e + 0,30. A exatidão e precisão do equipamento é a mesma, tanto para o termistor (sensor interno), como para o termopar (sensor externo).

Para que os dados de umidade e temperatura coletados não sofressem alterações por causa de erro do aparelho, estes passaram por um processo de calibração. Assim, um dia antes do início das instalações dos miniabrigos, instalou-se todos os nove abrigos com seus respectivos sensores num varal para a calibração. Por meio da análise e interpretação dos dados obtidos, pôde-se avaliar como os registros de cada um dos sensores estariam operando diante das situações de resfriamento noturno e aquecimento diurno.

A partir daí, com o auxílio de um gráfico de linhas, escolheu-se como padrão o sensor que estava operando entre os valores de temperatura e umidade daqueles que registraram os extremos (maior e menor).

Para a correção dos sensores de temperatura em função de P1, estabeleceu-se uma regressão linear entre P1 e os outros oito pontos (P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9), obtendo-se a equação de ajuste e o coeficiente de determinação por meio de uma linha de tendência.

Os modelos dataloggers registraram dados de hora em hora das variáveis temperatura e umidade do ar, relacionadas ao microclima entre às 0:00 hora do dia 07/10/04 a 23:00 horas do dia 03/11/04.

Retirou-se, após 28 dias de coleta de dados, os abrigos e novamente em gabinete, os dados dos sensores foram descarregados no computador e sua tabela convertida para xls (extensão do software Excell), devido ao seu uso na confecção de tabelas e gráficos, entre outros utilitários.

Após a análise dos dados foi necessário o descarte dos pontos 7 e 9 devido a problemas operacionais dos sensores instalados nos abrigos desses pontos de coleta de dados.

Utilizamos o software Excell para a elaboração de tabelas e gráficos e o software ArcView 3.2 para a confecção de mapas.

A última etapa do trabalho consistiu na análise e interpretação de tabelas, gráficos e mapas para, finalmente, chegarmos a uma possível conclusão constatada na Bacia "B" no período considerado.

RESULTADOS

A análise da Bacia "B" no período considerado foi norteado pelos seguintes gráficos, tabelas e mapas abordados a seguir.

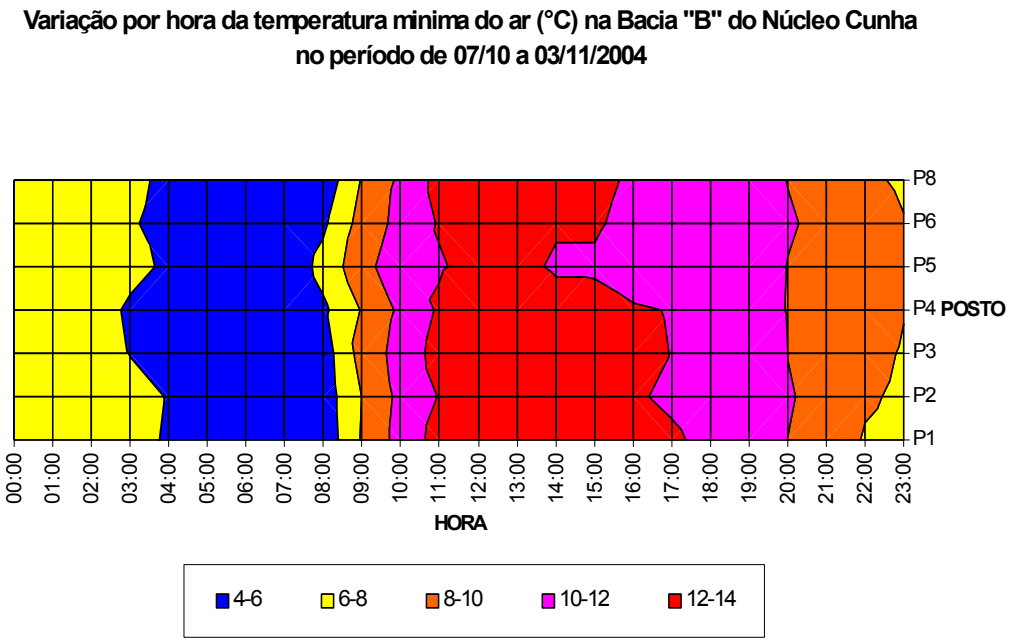

Figura 3. Variação por hora da temperatura mínima do ar (ºC) na Bacia "B" do Núcleo Cunha no período de 07/10 a 03/11/2004

Ao analisarmos o gráfico da figura 3 referente a variação da temperatura mínima do ar por hora no período de 07/10 a 03/11/2004, notamos que o horário mais frio ocorre no período das 04:00 às 08:00 aproximadamente em todos os postos instalados.

O gráfico está demonstrando um típico ciclo da temperatura, a menor temperatura ocorre próximo ao nascer do sol, como resultado de uma noite de resfriamento radiativo da superfície da Terra.

Ocorre o aumento da temperatura (12 a 14°C) em torno das 11:00, horário do pico de radiação solar e se mantém alta até as 16:00, somente o ponto 5 apresenta uma queda da temperatura antes das 14:00, provavelmente porque é o ponto mais alto, com 1.110m de altitude, sendo mais sensível ao resfriamento ocasionado pela nebulosidade que bloqueia a radiação solar.

O ponto 4 é o primeiro a apresentar a temperatura mais baixa, alguns minutos antes das 03:00 da manhã, devido a sua proximidade com o topo da vertente, apresenta uma das maiores altitudes, e a vegetação mais aberta, com a presença de árvores de pequeno porte, possibilitando a ação da frente polar que atuou na região.

Os outros postos apresentam uma vegetação mais densa, composta por árvores de grande e médio porte.

O ponto 2 é o último ponto que apresenta a temperatura mais fria na parte da manhã e ocorre em torno das 04:00, pois está localizado próximo ao canal fluvial e a água demora mais para perder calor, o posto 1 apresenta essa mesma característica, pelo mesmo motivo, está próximo ao canal. No final do dia em torno das 22:00, os dois pontos são os primeiros que se resfriam.

Para verificarmos se existe uma relação entre temperatura mínima e localização geográfica dentro da bacia, analisamos a Figura 4.

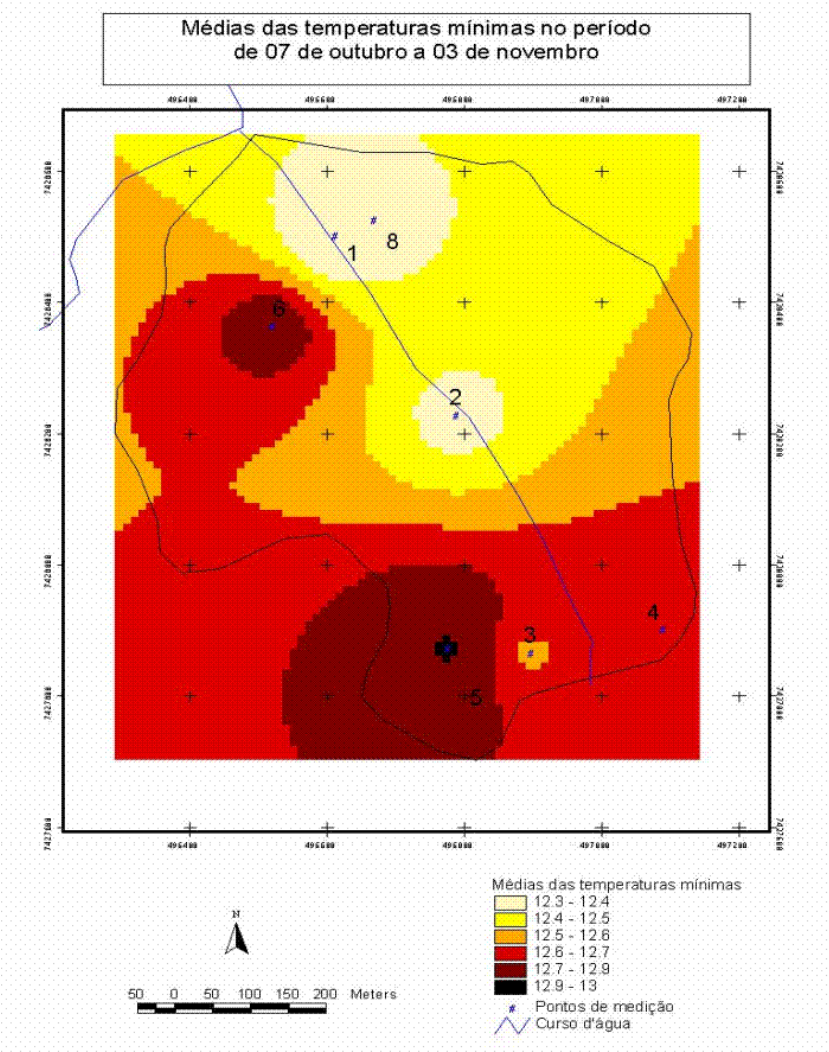

Figura 4. Média das Temperaturas mínimas do ar no período de 07/10/04 A 03/11/04

Analisando a Figura 4 com as médias da temperaturas mínimas observamos que os pontos 1, 2 e 8 são as áreas que apresentam as menores temperaturas, devido a sua localização próximo ao canal fluvial e fundo de vale.

A bacia B apresenta uma vegetação densa em sua maior área, composta por árvores de grande e médio porte, o que dificulta a incidência dos raios solares diretos no fundo de vale, mantendo assim a temperatura baixa e constante.

A evaporação da água do canal fluvial também contribui para o resfriamento da temperatura do ar, devido à troca do calor sensível por calor latente, o que aumenta a quantidade de vapor de água.

O ponto 5 apresenta os maiores valores em relação aos outros pontos, devido a sua localização na vertente voltada para o norte, pois recebe a maior incidência de raios solares. Este mesmo ponto possui ainda uma maior altitude e uma vegetação mais aberta, se comparada aos outros pontos, o que contribui para o aumento da temperatura nos horários mais quentes, pois não possui uma cobertura vegetal densa para proteger dos raios solares e o solo sendo aquecido emitirá uma maior quantidade de vapor d'água, aquecendo o ar e elevando a temperatura.

Os pontos 5 e 6 localizados na vertente voltada para o norte apresentam as maiores médias das temperaturas mínimas, com valores variando entre 12,6 e 12,9, devido a sua localização afastada do canal fluvial e com altitudes elevadas, o ponto 4 localizado no vertente voltada para o sul também apresenta valores variando entre 12,6 a 12,7.

Os pontos 1, 2, 3 e 8 apresentam as menores médias das temperaturas mínimas, com valores variando entre 12,3 a 12,6, devido a proximidade do canal fluvial e sua localização em fundo de vale.

Para uma análise diária das condições atmosféricas foi elaborada a Tabela 1, a seguir:

Postos/Dia	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8	Amplitude Térmica	Precipitação (mm)
7/10/2004	5,19	5,31	4,55	4,84	5,15	4,84	5,01	0,76	0
8/10/2004	3,16	3,44	3,14	3,59	4,06	3,43	3,13	0,93	0
9/10/2004	7,83	8,1	7,82	7,33	7,79	7,49	7,49	0,77	0
10/10/2004	8,76	9,33	10,14	12,73	14,46	11,98	9,51	5,7	6,5
11/10/2004	14,64	14,59	14,94	14,59	14,77	14,78	14,62	0,35	1
12/10/2004	14,48	14,59	14,78	14,59	14,77	14,78	14,62	0,3	0
13/10/2004	15,11	15,22	15,89	15,86	16,21	15,89	15,57	1,1	0,5
14/10/2004	16,38	16,17	16,37	16,01	16,05	16,21	16,21	0,37	5,5
15/10/2004	14,96	14,91	15,1	14,74	14,93	15,09	14,93	0,35	5
16/10/2004	14,02	14,12	14,78	14,59	14,93	14,78	14,15	0,91	0
17/10/2004	15,27	15,06	15,26	14,91	14,93	15,09	15,09	0,36	8
18/10/2004	14,02	13,97	14,16	13,97	14,3	14,15	13,99	0,19	1
19/10/2004	13,56	13,51	13,54	13,19	13,07	13,38	13,22	0,49	11
20/10/2004	12,17	12,12	11,99	11,65	11,51	11,83	11,83	0,66	13
21/10/2004	11,7	11,65	11,53	11,34	11,05	11,36	11,52	0,65	5
22/10/2004	12,47	12,43	12,31	12,11	12,13	12,29	12,29	0,36	0,5
23/10/2004	11,23	11,03	11,84	12,27	12,91	12,45	11,68	1,88	0
24/10/2004	15,11	15,22	16,05	16,97	17	17,16	15,73	1,86	23
25/10/2004	15,59	15,69	16,21	16,01	16,21	16,37	15,89	0,78	7,5
26/10/2004	13,86	13,82	13,85	13,81	13,99	13,99	13,84	0,18	3
27/10/2004	11,7	11,96	12,15	11,65	11,67	11,83	11,99	0,5	5,5
28/10/2004	9,99	10,11	9,83	9,79	9,96	9,97	10,13	0,34	1,5
29/10/2004	10,77	10,73	10,61	10,26	10,12	10,43	10,44	0,65	0
30/10/2004	8,29	8,87	9,52	10,57	11,05	10,59	8,88	2,76	0
31/10/2004	10,31	10,88	11,53	12,73	13,07	12,76	10,91	2,76	0
1/11/2004	15,27	15,22	15,42	15,38	15,57	15,73	15,41	0,51	7,5
2/11/2004	14,48	14,28	14,47	14,28	14,46	14,62	14,46	0,34	0,5
3/11/2004	14,79	15,06	16,05	16,49	16,84	16,37	15,57	2,05	0

Tabela 1. Média da temperatura mínima do ar diária por postos, e precipitação (mm).

Por meio da análise da Tabela 1 constatamos que:

- o dia 08/10/2004 foi o dia mais frio no período considerado, sendo registrada a temperatura mínima absoluta de 3,13 ºC no posto 8;

- ocorreu uma elevada precipitação entre os dias 24/10/04 a 28/10/04, acompanhado de um decréscimo da temperatura;

- os dias 30/10/04 e 31/10/04 apresentaram as maiores amplitudes térmicas.

Dessa forma, analisando a Figura 5 do dia 08/10/04 com temperaturas do ar mínimas e que corresponde as mínimas do dia mais frio do período estudado, observamos que os pontos 1, 3 e 8 apresentam as menores temperaturas, devido a sua localização próximo ao canal fluvial e fundo de vale.

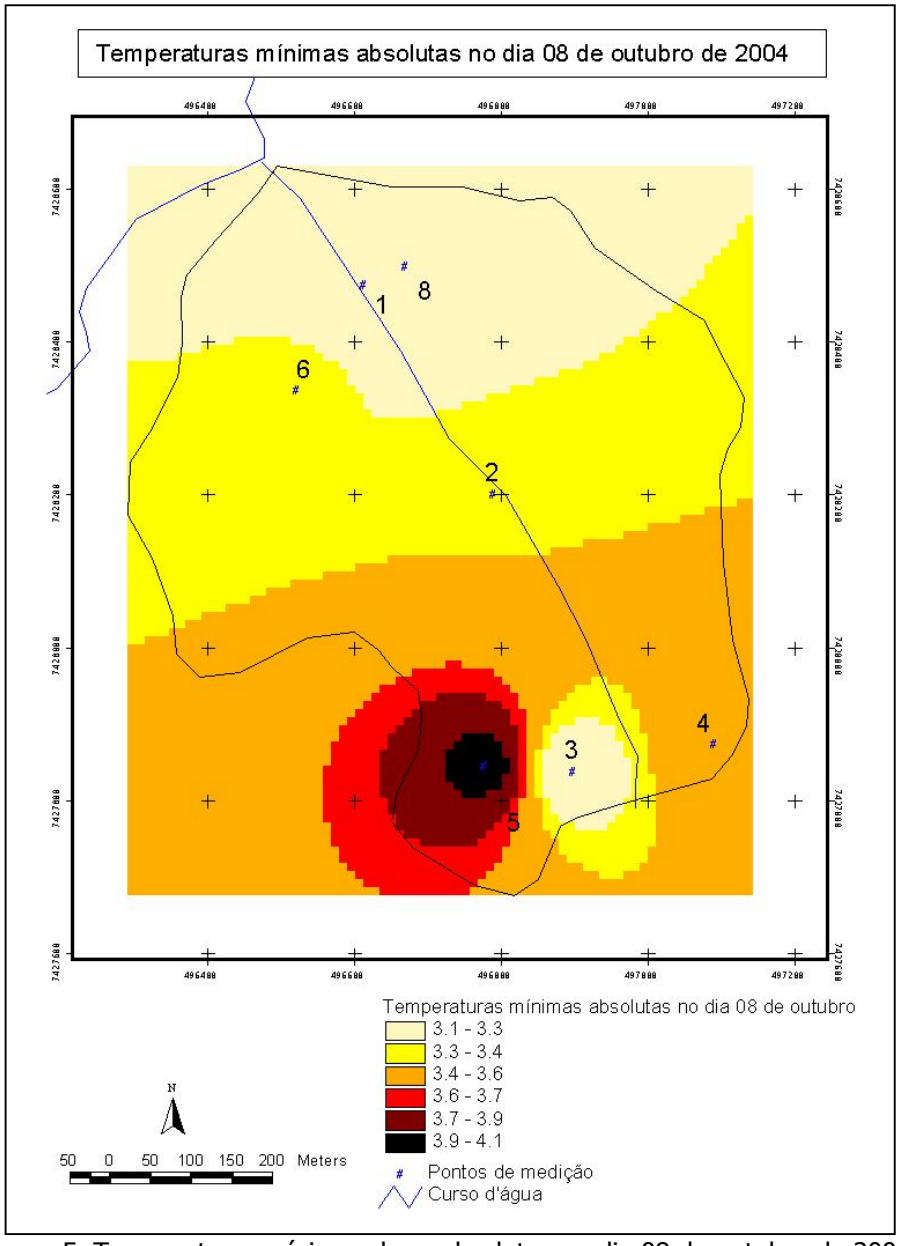

Figura 5. Temperaturas mínimas do ar absolutas no dia 08 de outubro de 2004.

Podemos destacar alguns aspectos comuns entre os três pontos (1, 3 e 8), que apresentaram os menores valores de temperatura, ambos estão ao fundo de vale numa cota altimétrica inferior ou igual à 1080 m e apresentam uma vegetação mais ou menos densa, o que dificulta a penetração dos raios solares.

Neste caso específico (08/10), o dia foi de céu claro sem cobertura de nuvens e temperatura em queda. É interessante perceber que a vegetação pode ter influenciado nestes resultados, visto que ela cria ambientes que podem não se aquecer muito ao longo do dia.

O ponto 5 apresenta os maiores valores em relação aos demais pontos, devido também a sua localização na vertente voltada para o norte/nordeste, pois recebe a maior incidência de raios solares.

O ponto 4 e também o 5, são os que possuem uma vegetação mais aberta, se comparada aos outros pontos, uma vez que as copas das árvores são mais dispersas, permitindo que uma maior quantidade de radiação solar atinja a superfície, promovendo um maior aquecimento também da atmosfera.

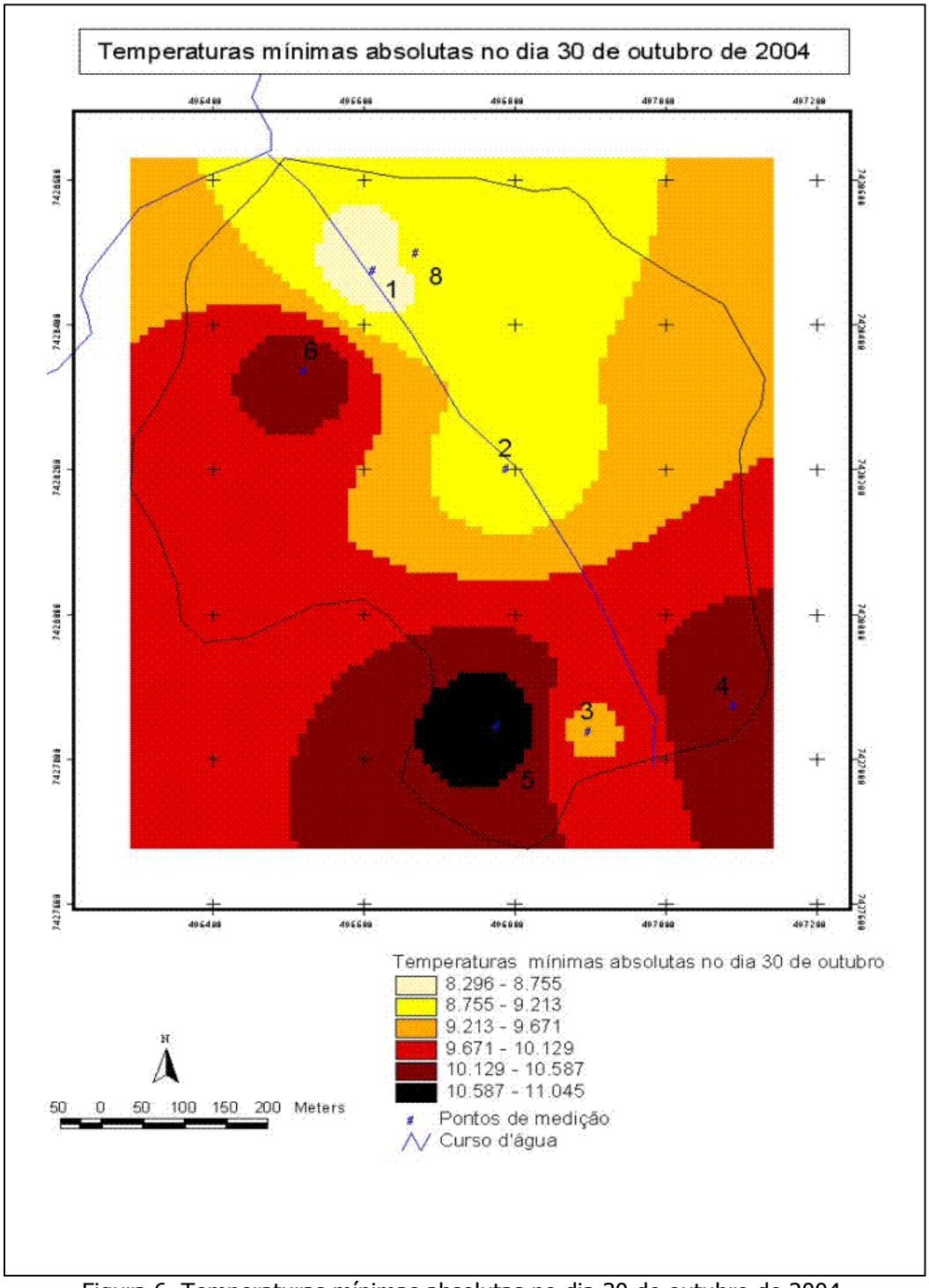

Figura 6. Temperaturas mínimas absolutas no dia 30 de outubro de 2004.

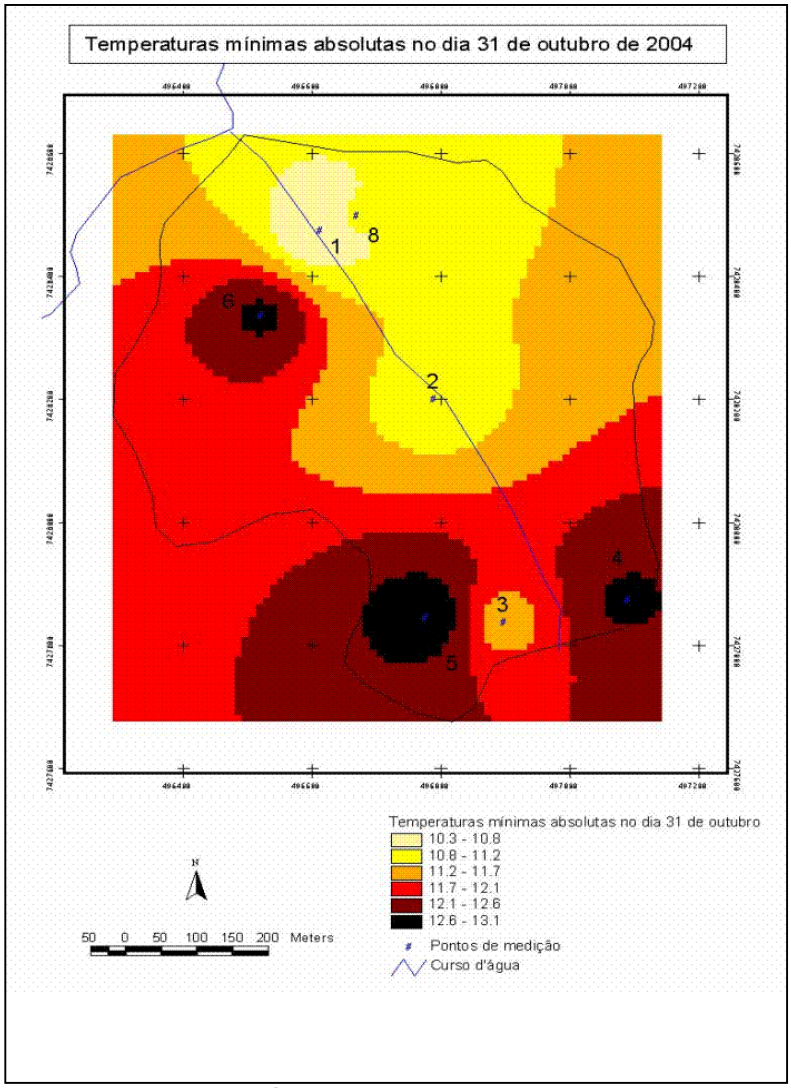

Figura 7. Temperaturas mínimas absolutas do dia 31 de outrbro de 2004.

Ainda por meio da observação da Tabela 1, verificamos que os dias 30/10/04 e 31/10/04 foram os dias com uma maior amplitude térmica.

A análise das Figuras 6 e 7 de temperaturas mínimas absolutas do dia 30 e 31/10, revelam uma “tendência”, já demonstrada nos outros mapas analisados, nos quais, de modo geral, se verifica um maior aquecimento da vertente voltada para o norte/nordeste.

Verificamos também, que as menores temperaturas tendem a se concentrar próximas ao fundo de vale onde foram instalados os postos 1, 2 e 3, estes pontos apresentam características semelhantes em relação a cobertura vegetal, principalmente no que se refere ao estrato herbáceo bastante denso. O estrato herbáceo tem significativa importância nas características dos microclimas, porque retêm uma maior quantidade de umidade e sabemos que a evaporação da água tanto da vegetação, quanto do solo, contribui para o resfriamento da temperatura do ar, devido à troca do calor sensível por calor latente.

Os pontos de maior aquecimento foram os dos postos 4, 5 e 6 que também apresentam características semelhantes em relação a altitude, que são as maiores, a distância do canal e a cobertura vegetal que nos três postos é caracterizada por um predomínio de taquaras e ambiente microclimático mais aberto e por uma quase ausência de estrato herbáceo, que conjuntamente colaboram para um maior aquecimento da superfície e por conseqüência, elevação da temperatura do ar.

A seleção dos dias 30 e 31/10 para análise, se deu pela ocorrência nestes dois dias das maiores amplitudes térmicas registradas no período estudado. Sabemos que essa elevada variação térmica ao longo destes dois dias é influenciada pela pós-frontal que gera tipos de tempo caracterizados por umidade relativa do ar mais baixa, diminuição da cobertura de nuvens, favorecendo um rápido aquecimento da superfície ao longo do dia e noites de céu claro e umidade relativamente baixa, que proporcionam maior perda de energia em onda longa, ocasionando quedas da temperatura do ar.

Visando relacionar temperatura mínima e precipitação, foi elaborada o gáfico da Figura 8.

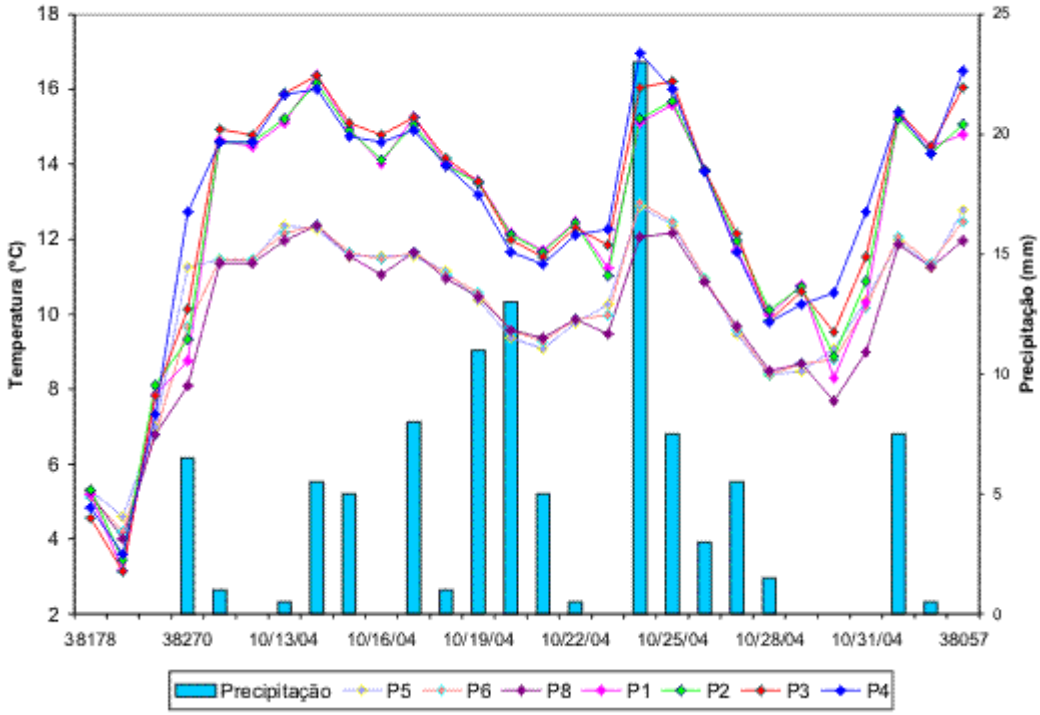

Figura 8. Precipitação e temperatura entre os dias 07/10/04 e 03/11/04.

Para a análise do gráfico da figura 8 foram observadas a variação da temperatura do ar mínima e a ocorrência de precipitação associadas à passagem de sistema frontal dinamizado pela massa polar atlântica (mPa), tendo em vista a influência significativa que esta exerce sobre os tipos de tempo e sobre os atributos atmosféricos antes, durante e logo após sua passagem.

Neste gráfico podemos destacar pelo menos dois episódios de maior relevância para a análise, o primeiro ocorrido no dia 08/10 foi o registro do dia mais frio do período analisado e sem ocorrência de precipitação, evidenciado pela passagem do sistema frontal; o segundo ocorrido no dia 24/10 registra o dia de maior precipitação e aumento significativo das temperaturas mínimas do ar, esta chuva pré-frontal é resultante da instabilidade gerada pela aproximação da frente.

O indicativo de que se trata da passagem da frente polar se dá pela manifestação dos sucessivos tipos de tempo à ela associados, a passagem do sistema frontal, que antecede a chegada do ar polar propriamente dito, promove condições de forte instabilidade gerando chuvas antes, durante e logo após a passagem da frente, e os sucessivos dias apresentam hegemonia do ar de origem polar, que faz predominar um tipo de tempo caracterizado pelo aumento progressivo da pressão atmosférica, céu limpo, ar relativamente frio e umidade mais baixa que antes (AYOADE, 1990).

As noites de céu claro e umidade do ar relativamente baixa, em função da atuação da alta polar, proporcionam maior perda de energia em onda longa, sobretudo da superfície e, conseqüentemente, do ar, que pode ser verificado nos dias que seguem a entrada da frente como demonstra o gráfico.

No período entre os dias 24/10 e 31/10, verifica-se uma contínua queda da temperatura mínima do ar e diminuição dos índices pluviométricos, isso se explica pela a diminuição da nebulosidade até sua ausência e pela alta transmissividade da atmosfera, gerando uma redução gradativa do calor retido na atmosfera, isto resulta em dias com amplitudes térmicas relativamente altas como ocorridas nos dias 30/10 e 31/10.

De modo geral, pôde-se perceber que a variação das temperaturas mínimas e precipitação do período analisado, se deu de forma relativamente "cíclica", conferida pela passagem de duas "frentes frias", de maneira que verificou-se após o dia 08/10 aumento significativo de temperatura, mantendo-se relativamente constante até a entrada da segunda frente no dia 24/10, onde inicialmente ocorre precipitação e temperatura elevada e posteriormente, a ocorrência de dias sucessivamente mais frios, até o dia 01/11 quando a temperatura volta a subir e há ocorrência de precipitação.

Por meio da análise e interpretação das tabelas, gráficos e mapas, podemos constatar que:

- A temperatura é uma variável do clima que está intimamente relacionada a radiação solar incidente sobre a superfície terrestre. Como essa relação é diretamente proporcional, quanto maior a quantidade de radiação solar incidente, maior será a temperatura. Dessa forma, dias sem nebulosidade tendem a ser mais quentes, mas se uma frente fria estiver atuando na região, pode provocar a queda da temperatura;

- Os postos localizados próximos ao fundo de vale apresentam temperaturas mais amenas em relação aos postos localizados mais distantes ao canal fluvial. Tal interpretação é decorrente porque nos fundos de vale a evaporação da água do canal fluvial contribui para o resfriamento da temperatura do ar, devido à troca do calor sensível por calor latente e do ocorre acúmulo de ar frio que desce a vertente;

- Os postos que possuem sua vertente voltada para o norte/nordeste possuem sua temperatura mais elevada que os pontos que possuem sua vertente voltada para sul/sudoeste devido a maior incidência de raios solares no hemisfério sul, isso ocorre numa determinada época do ano;

- A cobertura vegetal influencia a temperatura mínima, uma vez que um dossel significativo pode proteger dos raios solares e seu aquecimento. Dessa forma temperaturas mais amenas foram registradas em postos com vegetação mais fechada;

- O estrato herbáceo tem significativa importância nas características dos microclimas, porque retêm uma maior quantidade de umidade. Com isso, a evaporação da água tanto da vegetação, quanto do solo, contribui para o resfriamento da temperatura do ar, devido à troca do calor sensível por calor latente;

- O pós-frontal gera tipos de tempos caracterizados por umidade relativa do ar mais baixa e diminuição da cobertura de nuvens, favorecendo, dessa forma, um rápido aquecimento da superfície ao longo do dia e noites de céu claro e umidade relativamente baixa, proporcionando maior perda de energia em onda longa e ocasionando quedas da temperatura do ar;

- A chuva pré-frontal é resultante da instabilidade gerada pela aproximação da frente;

- A passagem da frente polar se dá pela manifestação dos sucessivos tipos de tempo à ela associados como a passagem do sistema frontal, que antecede a chegada do ar polar propriamente dito e promove condições de forte instabilidade gerando chuvas

antes, durante e logo após a passagem da frente. Os sucessivos dias apresentam hegemonia do ar de origem polar, que faz predominar um tipo de tempo caracterizado pelo aumento progressivo da pressão atmosférica, céu limpo, ar relativamente frio e umidade mais baixa que antes;

- As noites de céu claro e umidade do ar relativamente baixa, em função da atuação da alta polar, proporcionam maior perda de energia em onda longa, sobretudo da superfície e, consequentemente, do ar.

- A temperatura mínima verificada no trabalho deveu-se principalmente a sua localização na bacia hidrográfica e a vegetação entorno dos postos, conforme constatou-se nas análises.

REFERÊNCIAS

ARMANI, G. (2004). **"Interações entre a atmosfera e a superfície terrestre : variações da temperatura e umidade na bacia B do Núcleo Cunha (IF)- SP"**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. 198 p + + anexos. Universidade de São Paulo, São Paulo.

AYOADE, JO. O. (1990). **"Introdução à climatologia para os trópicos"**. Editora Bertrand do Brasil, Rio de Janeiro.

BENINCASA, M. (1995). **"Algumas relações entre a bacia hidrográfica, o microclima e o comportamento vegetal"**. In: Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar (org.TAUK, S. M.). Editora da Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

CONTI, J. B. & FURLAN, S.A (1998). **"Geoecologia, o clima, os solos e a biota"**. In: Geografia do Brasil (ROSS, J.L.S. org.). EDUSP, São Paulo.

DIAS, C. A (2000). **"Estudo sobre anomalias hídricas apresentadas em duas microbacias hidrográficas monitoradas no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha – SP"**. Tese (Graduação) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo.

FURIAN, S. M. (1987). **"Estudo Geomorfológico da escoamento superficial pluvial em parcelas experimentais no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha/SP: um esboço metodológico"**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. 199p. Universidade de São Paulo, São Paulo.

GALVANI, E.& AZEVEDO,T. R. (2003). **"A frente polar atlântica e as características de tempo associadas: estudo de caso"**. *In*: Anais do X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Rio de Janeiro.

SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (SNUC) - Lei Federal 9.985, 2000 – disponível em : http://www.cetesb.sp.gov.br, acesso em 04 janeiro 2005.

ANEXO

Fotografia 1. Posto 1 – Sentido Oeste

Fotografia 2. Posto 2 – Sentido Sul

Fotografia 3. Posto 4 – Sentido Noroeste

Fotografia 4. Posto 5 – Sentido Noroeste

Fotografia 5. Posto 6 – Sentido Norte

Fotografia 6. Posto 8 – Sentido Oeste